

PRARENCANA PABRIK

TUGAS AKHIR PRARENCANA PABRIK BIODIESEL DARI BIJI BINTARO SECARA *IN-SITU* DENGAN MENGGUNAKAN PROSES *SUBCRITICAL* METANOL-AIR KAPASITAS PRODUKSI 93.942 kL/TAHUN



Diajukan oleh:

Chintya Gunarto	NRP: 5203013016
Jenni Lie	NRP: 5203013022

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

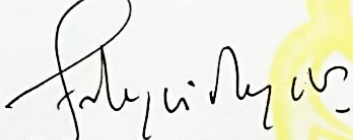
Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Chintya Gunarto

NRP : 5203013016

telah diselenggarakan pada tanggal 5 Januari 2017, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Pembimbing I,



Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D.

NIK. 521.99.0391

Surabaya, 9 Januari 2017

Pembimbing II,



Suryadi Ismadji, Ph.D.

NIK. 521.93.0198

Dewan Penguji

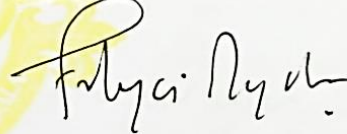
Ketua



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS

NIK. 521.87.0127

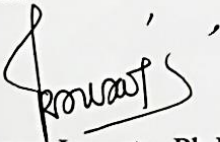
Sekretaris



Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D.

NIK. 521.99.0391

Anggota



Wenny Irawaty, Ph.D.

NIK. 521.97.0284

Anggota



Aning Ayucitra, ST., M.EngSc

NIK. 521.03.0563

Mengetahui



Fakultas Teknik
Dekan
Suryadi Ismadji, Ph.D.
NIK. 521.93.0198



Jurusan Teknik Kimia
Ketua
Wenny Irawaty, Ph.D.
NIK. 521.97.0284

LEMBAR PENGESAHAN

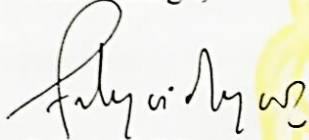
Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Jenni Lie

NRP : 5203013022

telah diselenggarakan pada tanggal 5 Januari 2017, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Pembimbing I,



Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D.

NIK. 521.99.0391

Surabaya, 9 Januari 2017

Pembimbing II,



Suryadi Ismadji, Ph.D.

NIK. 521.93.0198

Dewan Penguji

Ketua



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS

NIK. 521.87.0127

Sekretaris



Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D.

NIK. 521.99.0391

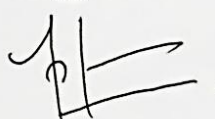
Anggota



Wenny Irawaty, Ph.D.

NIK. 521.97.0284

Anggota



Aning Ayucitra, ST., M.EngSc

NIK. 521.03.0563

Mengetahui

Fakultas Teknik

Dekan



Suryadi Ismadji, Ph.D.

NIK. 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia

Ketua



Wenny Irawaty, Ph.D.

NIK. 521.97.0284

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, kami sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama/NRP : Chintya Gunarto / 5203013016
Jenni Lie / 5203013022

Menyetujui tugas akhir kami yang berjudul:

Laporan Tugas Akhir Prarencana Pabrik Biodiesel dari Biji Bintaro secara *In-situ* dengan menggunakan Proses *Subcritical* Metanol-Air Kapasitas Produksi 93.942 kL/Tahun

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 9 Januari 2017

Yang menyatakan



Chintya Gunarto
NRP. 5203013016



Jenni Lie
NRP. 5203013022

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 9 Januari 2017

Mahasiswa yang bersangkutan,



Chintya Gunarto

(5203013016)

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 9 Januari 2017

Mahasiswa yang bersangkutan,



Jenni Lie

(5203013022)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Prarencana Pabrik Biodiesel dari Biji Bintaro Secara *In-Situ* dengan Menggunakan Proses *Subcritical* Metanol-Air ini.

Prarencana pabrik ini merupakan salah satu tugas yang harus diselesaikan guna memenuhi persyaratan yang harus ditempuh dalam kurikulum pendidikan tingkat Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan laporan prarencana pabrik ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatNya yang luar biasa kami dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik dan sidang prarencana pabrik dengan lancar.
2. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D., selaku Pembimbing I prarencana pabrik ini yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini.
3. Suryadi Ismadji, Ph.D., selaku Pembimbing II prarencana pabrik ini yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini.
4. Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS, Wenny Irawaty, Ph.D., Aning Ayucitra, ST.,M.EngSc, selaku dosen penguji yang telah memberi masukan yang berharga dalam pembuatan prarencana pabrik ini.
5. Tommy Gunarto Sugeng dan Oei Bing Tjwan, selaku kedua orang tua dari Chintya Gunarto yang selalu mendukung, memberi semangat, dan doa dalam proses pembuatan prarencana pabrik ini.
6. Parlyn Lie dan Oei Mei Chu, selaku kedua orang tua dari Jenni Lie yang selalu mendukung, memberi semangat, dan doa dalam proses pembuatan prarencana pabrik ini.

7. Keluarga dan teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, khususnya angkatan 2013 yang tak henti-hentinya selalu mendukung dan memberi semangat dan doa.
8. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung turut memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan prarencana pabrik ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, sehingga penyusun menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan ini. Akhirnya, penyusun berharap supaya laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, 9 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk.....	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-5
I.4. Ketersediaan Bahan Baku.....	I-6
I.5. Kapasitas Produksi	I-6
BAB II. PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk	II-1
II.2. Pemilihan Proses	II-4
II.3. Uraian Proses.....	II-5
BAB III. NERACA MASSA	III-1
BAB IV. NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V. SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI. LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY	VI-1
VI.1. Lokasi Pabrik.....	IV-1
VI.2. Tata Letak Pabrik.....	IV-2
VI.3. Tata Letak Alat Proses.....	IV-6
VI.4. Instrumentasi	IV-8
VI.5. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	IV-10
BAB VII. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH	VI-1
VII.1. Utilitas	IV-1
VII.2. Pengolahan Limbah	IV-65
BAB VIII. DESAIN PRODUK DAN KEMASAN.....	VIII-1
VIII.1. Desain Logo.....	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan	VIII-2
VIII.3. Spesifikasi Produk	VIII-2
BAB IX. STRATEGI PEMASARAN	IX-1
BAB X. STRUKTUR ORGANISASI.....	X-1
X.1. Profil Perusahaan	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan	X-2
X.3. Struktur Organisasi	X-3
X.4. Pembagian Tugas dan Wewenang.....	X-5
X.5. Jadwal Kerja	X-12
X.6. Kesejahteraan Karyawan	X-12
BAB XI. ANALISA EKONOMI.....	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Total / <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	XI-1
XI.2. Penentuan Biaya Produksi / <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-3

XI.3.	Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-4
XI.4.	Perhitungan <i>Rate of Return Investment</i> (ROR)	XI-7
XI.5.	Perhitungan <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE)	XI-8
XI.6.	Waktu Pengembalian Modal (POT)	XI-10
XI.7.	Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP)	XI-11
XI.8.	Analisa Sensitivitas	XI-13
BAB XII.	DISKUSI DAN KESIMPULAN	XII-1
XII.1.	Diskusi	XII-1
XII.2.	Kesimpulan	XII-2
DAFTAR PUSTAKA		DP-1
LAMPIRAN A. PERHITUNGAN NERACA MASSA		A-1
LAMPIRAN B. PERHITUNGAN NERACA PANAS		B-1
LAMPIRAN C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT		C-1
LAMPIRAN D. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI		D-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Karakteristik dari Minyak Biji Buah Bintaro	I-3
Tabel 1.2. Karakteristik dari Metanol	I-3
Tabel 1.3. Karakteristik dari Heksana	I-4
Tabel 1.4. Karakteristik dari Biodiesel	I-5
Tabel 1II.1. Persentase Komposisi dalam Buah Bintaro	III-1
Tabel 1II.2. Neraca Massa <i>Cutter</i>	III-1
Tabel 1II.3. Persentase Komposisi dalam Biji Bintaro.....	III-1
Tabel 1II.4. Neraca Massa <i>Rotary Cutter</i>	III-1
Tabel 1II.5. Neraca Massa Reaktor Subkritis	III-2
Tabel 1II.6. Neraca Massa <i>Plate and Frame Filter Press</i>	III-2
Tabel 1II.7. Neraca Massa <i>Decanter</i>	III-3
Tabel 1II.8. Neraca Massa <i>Evaporator I</i>	III-3
Tabel 1II.9. Neraca Massa <i>Evaporator II</i>	III-4
Tabel VI.1. Analisis Produksi Biodiesel dari Tanaman Bintaro.....	VI-3
Tabel VI.2. Dimensi dan Luasan Area Pabrik	VI-5
Tabel VI.3. Keterangan Alat di Area Proses	VI-7
Tabel VI.4. Jenis Instrumen yang Digunakan.....	VI-9
Tabel VII.1. Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-3
Tabel VII.2. Kebutuhan Air Sanitasi	VII-32
Tabel VII.3. Kebutuhan Steam	VII-34
Tabel VII.4. Kebutuhan Air Sanitasi dan Air Umpan Boiler	VII-37
Tabel VII.5. Kebutuhan Listrik Unit Utilitas.....	VII-61
Tabel VII.6. Kebutuhan Listrik Proses Produksi	VII-61
Tabel VII.7. Kebutuhan Lumen Output	VII-62
Tabel VII.8. Kebutuhan Daya untuk Penerangan Pabrik.....	VII-64
Tabel X.1. Perincian Jumlah Karyawan	X-11
Tabel X.2. Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	X-12
Tabel XI.1. Penentuan Total Capital Investment (TCI).....	XI-2
Tabel XI.2. Biaya Produksi Total	XI-3
Tabel XI.3. <i>Cash Flow</i>	XI-6
Tabel XI.4. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Sebelum Pajak.....	XI-7
Tabel XI.5. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Setelah Pajak	XI-8
Tabel XI.6. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sebelum Pajak	XI-9
Tabel XI.7. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Setelah Pajak.....	XI-9
Tabel XI.8. POT Sebelum Pajak.....	XI-10
Tabel XI.9. POT Setelah Pajak	XI-10
Tabel XI.10. Penentuan BEP	XI-11
Tabel XI.11. Hubungan Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap BEP, ROR, ROE, dan POT.....	XI-13

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Buah Bintaro	I-2
Gambar I.2. Struktur Molekul Metanol	I-3
Gambar I.3. Struktur Molekul Heksana.....	I-4
Gambar II.1. Tahapan Pembuatan Biodiesel dari Biji Bintaro secara <i>In-Situ</i> dengan Metode <i>Subcritical</i> Metanol-Air	II-5
Gambar VI.I. Peta Lokasi Pabrik Biodiesel.....	VI-1
Gambar VI.2. Tata Letak Pabrik.....	VI-6
Gambar VI.3. Tata Letak Alat di Area Proses	VI-7
Gambar VII.I. Aliran Air Laut sebagai Air Pendingin	VII-4
Gambar VII.2. Aliran Air PDAM Sebagai Air Sanitasi dan Air Umpan Boiler .	VII-36
Gambar VIII.1. Desain Logo Pabrik Biodiesel dari Biji Bintaro	VIII-1
Gambar VIII.2. Desain Truk Pengangkut Biodiesel	VIII-2
Gambar X.1. Struktur Organisasi PT Bindiesel.....	X-4
Gambar XI.1. Hubungan antara Kapasitas Produksi dan Laba Sesudah Pajak	XI-12
Gambar C.1. <i>Pallet Box</i>	C-1
Gambar C.2. Sketsa Penyimpanan Pallet Box per Bagian dah Pajak.....	C-2
Gambar C.3. Sketsa Gudang	C-3

INTISARI

Biodiesel merupakan mono alkil ester hasil reaksi antara minyak nabati atau hewani dengan monoalkohol dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Menurut peraturan menteri ESDM RI No.25 Tahun 2013, pemanfaatan biodiesel sebagai campuran bahan bakar solar akan meningkat dari 10% (B10) menjadi 20% (B20) mulai tahun 2016. Oleh sebab itu kebutuhan biodiesel di Indonesia akan meningkat, sehingga peluang bisnis produksi biodiesel ini menjadi semakin besar. Bahan bakau yang digunakan untuk produksi biodiesel ialah biji buah bintaro yang akan dibudidayakan sendiri, bintaro merupakan tanaman non-pangan yang mana bijinya mengandung 40% minyak nabati.

Metode yang digunakan dalam proses produksi adalah metode metanol-air subkritis yang mana metanol dan minyak direaksikan pada suhu dan tekanan tinggi yang mendekati titik kritis dari metanol dan air. Pada kondisi tekanan dan suhu yang tinggi, metanol akan menjadi lebih reaktif sehingga tidak dibutuhkan katalis pada proses transesterifikasi tersebut. Dengan menggunakan proses metanol-air subkritis tersebut diperoleh *yield* yang tinggi yaitu 98,12%.

Proses produksi diawali dengan proses persiapan bahan baku sebelum masuk ke reaktor subkritis, buah bintaro yang diperoleh dari hasil perkebunan dibawa ke *cutter* sehingga buah bintaro terbelah menjadi 2 bagian. Potongan buah bintaro kemudian dibawa ke *vibrating screen* untuk memisahkan biji dan daging buah bintaro. Biji bintaro akan dibawa menuju *rotary cutter* untuk mengecilkan ukuran biji tersebut. Setelah melalui *rotary cutter*, biji bintaro dibawa ke reaktor, juga dimasukkan metanol 95% dan nitrogen untuk menaikkan tekanan. Dalam reaktor tersebut akan terjadi reaksi transesterifikasi pada suhu 200°C dan tekanan 40 bar selama 4 jam, setelah 4 jam hasil reaksi didinginkan hingga suhu 50°C. Kemudian dilakukan pemisahan padatan dan cairan menggunakan *plate and frame filter press*. Filtrat lalu diekstraksi cair-cair menggunakan decanter dengan bantuan heksana sebagai pelarut biodiesel. Fase ringan yang terdiri dari heksana dan biodiesel akan menuju *evaporator* I untuk memurnikan biodiesel, sedangkan fase bawah yang terdiri dari metanol, air dan gliserol akan dibawa ke menara distilasi untuk memanfaatkan kembali metanol. *Fase bottom* dari menara distilasi tersebut akan dibawa ke *evaporator* II untuk memurnikan gliserol sebagai produk samping pabrik biodiesel ini. Produk utama biodiesel akan dijual ke PT. Pertamina yang berada tidak jauh dari lokasi pabrik PT. Biodiesel ini yaitu di Balikpapan, Kalimantan Timur.

Pra-rencana pabrik biodiesel dari biji buah bintaro secara in-situ dengan menggunakan proses *subcritical* metanol-air ini memiliki rincian sebagai berikut:

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Biodiesel dari biji buah bintaro
Kapasitas produksi	: 93.942 kL biodiesel per tahun
Hari kerja efektif	: 300 hari/tahun
Masa konstruksi	: 4 tahun
Waktu mulai beroperasi	: tahun 2021
Bahan baku	: biji buah bintaro
Kapasitas bahan baku	: 1.464.811.200 kg/tahun

Utilitas	: Air laut = 1.840,96 m ³ /hari Air PDAM = 23 m ³ /hari Listrik = 949,93 kW/hari
Jumlah tenaga kerja	: 341 orang
Lokasi pabrik	: Kelurahan Maridan, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur
Luas Pabrik	: 1,5 ha
Luas Perkebunan	: 600 ha

Analisa Ekonomi

Modal Tetap (FCI)	= Rp 282.873.510.894
Modal Kerja (WCI)	= Rp 32.878.722.144
Biaya Produksi Total (TPC)	= Rp 315.752.233.038
<i>Rate of Return Investment</i> sebelum pajak	= 30,86%
<i>Rate of Return Investment</i> sesudah pajak	= 24,77%
<i>Pay Out Time</i> sebelum pajak	= 3 tahun, 7 bulan
<i>Pay Out Time</i> sesudah pajak	= 4 tahun 3 bulan
Titik impas (BEP)	= 44,47%

Kelayakan pabrik ini dapat ditinjau dari berbagai segi, yaitu segi proses, peralatan, lokasi, dan ekonomi. Dengan melihat dari berbagai segi tersebut terutama dari segi ekonomi, dimana *Rate of Return Investment* sesudah pajak yang nilainya lebih besar dari pada bunga pinjaman yang harus dibayarkan kepada bank yaitu 10,5%, sehingga keuntungan pabrik ini lebih besar dari bunga pinjaman yang harus dibayarkan kepada bank.